

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-9477

(P2002-9477A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 5 K 7/20

H 0 5 K 7/20

N 5 E 3 2 2

H 0 1 L 23/36

H 0 1 L 23/36

Z 5 F 0 3 6

23/473

23/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-183500 (P2000-183500)

(22) 出願日 平成12年6月19日 (2000.6.19)

(71) 出願人 000100768

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社

愛知県安城市藤井町高根10番地

(72) 発明者 古賀 清隆

愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシ

ン・エイ・ダブリュ株式会社内

(74) 代理人 100095108

弁理士 阿部 英幸

Fターム(参考) 5E322 AA07 AA10 AB11 DA01 FA01

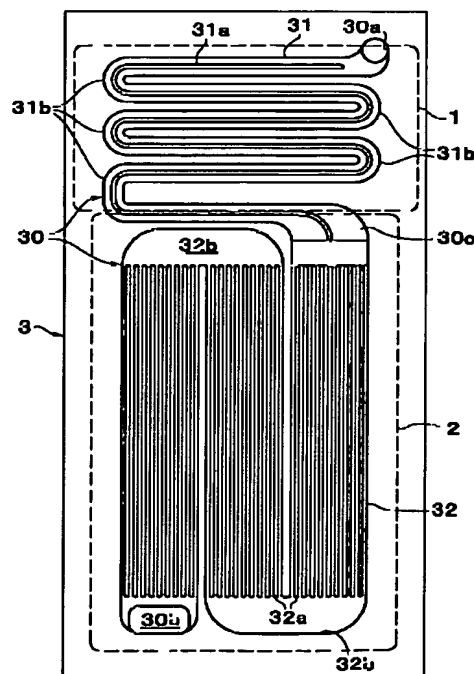
5F036 AA01 BA05 BA24 BB01 BB44

(54) 【発明の名称】 電動機制御用パワーモジュール冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の電動機用パワーモジュールが取付けられたヒートシンクの部分的な温度の偏りをなくし、効率良く各パワーモジュールを冷却する。

【解決手段】 電動機制御用パワーモジュール冷却装置は、複数の電動機をそれぞれ制御する複数のパワーモジュール1、2と、各パワーモジュールが付設された冷却用のヒートシンク3とを備える。ヒートシンクは、各パワーモジュールに対応する位置における単位面積あたりの発熱量が大きいほど、流路総表面積を大きくされた流路30を有する。これにより、各パワーモジュールの発熱量に応じた流路総表面積での冷媒との熱交換がなされることで、ヒートシンク温度の部分的な偏りをなくし、各パワーモジュールに対して最適な冷却性能を確保する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の電動機をそれぞれ制御する複数のパワーモジュールと、各パワーモジュールが付設された冷却用のヒートシンクとを備える電動機制御用パワーモジュール冷却装置において、

前記ヒートシンクは、各パワーモジュールに対応する位置における単位面積あたりの発熱量が大きいほど、流路総表面積を大きくされた流路を有することを特徴とする電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項2】 前記ヒートシンクの流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路を備え、前記複数のパワーモジュールは、第1及び第2の2つパワーモジュールからなり、

第1のパワーモジュールは、第2のパワーモジュールより単位面積あたりの発熱量が大きいものとされ、第1のパワーモジュールに対応する位置における流路総表面積は、第2のパワーモジュールに対応する位置における流路総表面積より大きくされた、請求項1記載の電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項3】 前記第1のパワーモジュールに対応する位置における流路の断面積と、第2のパワーモジュールに対応する位置における流路の断面積は、それぞれの流路における冷媒の流速が等しくなる関係に設定された、請求項2記載の電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項4】 第1及び第2の電動機をそれぞれ制御する第1及び第2のパワーモジュールと、第1及び第2のパワーモジュールを付設させた冷却用のヒートシンクと、該ヒートシンクの流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路とを備え、第1のパワーモジュールは、第2のパワーモジュールより単位面積あたりの発熱量が大きいものとされた電動機制御用パワーモジュール冷却装置において、

前記ヒートシンクは、第1のパワーモジュールに対応する位置における流路の下流に第2のパワーモジュールに対応する位置における流路を有することを特徴とする電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項5】 前記第1のパワーモジュールは、ジェネレータを制御するジェネレータ用パワーモジュールであり、第2のパワーモジュールは、モータを制御するモータ用パワーモジュールである、請求項2、3又は4記載の電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項6】 ジェネレータを制御するジェネレータ用パワーモジュールと、モータを制御するモータ用パワーモジュールと、ジェネレータ用パワーモジュール及びモータ用パワーモジュールを付設された冷却用のヒートシンクと、該ヒートシンクの流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路とを備える電動機制御用パワーモジュール冷却装置において、

前記ヒートシンクは、ジェネレータ用パワーモジュール

に対応する位置における流路の下流にモータ用パワーモジュールに対応する位置における流路を有するとともに、モータ用パワーモジュールに対応する位置における流路総表面積をジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路総表面積より大きくされたことを特徴とする電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項7】 前記ジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の断面積と、モータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の断面積は、それぞれの流路における冷媒の流速が等しくなる関係に設定された、請求項6記載の電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項8】 前記ジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の深さは、モータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の深さより深く設定された、請求項5、6又は7記載の電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【請求項9】 前記ヒートシンクの流路は、対応するパワーモジュールの長手方向に沿って形成された、請求項2～8のいずれか1項記載の電動機制御用パワーモジュール冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動機を制御するパワーモジュールの冷却装置に関し、特に、エンジンと電動機を動力源に併用するハイブリッド駆動装置に適したパワーモジュールの冷却技術に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の電動機（本明細書において、電動機という用語は、モータと、モータとして用いられる発電機（ジェネレータ）を含むものとする。）を動力源として用いる機器、特に、エンジンと電動機を併用するハイブリッド駆動装置は、モータとジェネレータを制御するための駆動回路（電動機を交流誘導型とする場合、スイッチ素子を主体とするパワーモジュール）を必要とし、それ自身の発熱や電動機、エンジン等からの熱による過熱を防いで回路動作を保証すべく、冷却装置の付設を必須とする。

【0003】こうしたハイブリッド駆動装置における電動機制御用パワーモジュールの冷却技術として、従来、特開平11-69510号公報に開示の技術がある。この従来技術では、ジェネレータ用パワーモジュール（上記公報の記載において駆動回路191）とモータ用パワーモジュール（同じく駆動回路192）が各々、共通のヒートシンク（同じくヒートシンク256）に付設されている。そして、ヒートシンクの内部に両パワーモジュールを水で冷却するための1つの流路が形成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ヒートシン

クの最高温度は、それに付設される発熱体の保証温度以下に設定するのが一般的である。しかしながら、上記従来のハイブリッド駆動装置の冷却技術では、定常時、すなわちエンジン駆動下のジェネレータにより発電した分だけモータの駆動に消費するという電力消費の形態を採る状態では、ジェネレータ用パワーモジュールとモータ用パワーモジュールの制御電流値は同じになり、発熱量も同じになるにも関わらず、主として駆動力の発生に使用されるモータと、発電に使用されるジェネレータとでは、スイッチング動作の最大電流値が異なり、それに合わせてパワーモジュールの大きさが異なることから、自ずとヒートシンクとの接触面積も異なり、単位面積あたりの発熱量に差が生じてしまう。この面積あたりの発熱量について、上記従来の技術では、格別の配慮がなされていないため、一部の箇所が必要以上に冷却されることで、ヒートシンクの温度に偏りが生じてしまう。

【0005】また、上記のように、ジェネレータ用パワーモジュールは、電流値の変動が少ない定常的な使われ方が多いのに対して、モータ用パワーモジュールは、車両の発進、加速等のためにモータに高トルクを出力させるときには、比較的短時間ではあっても、定常時よるはるかに大きな電流を制御するようになることから、電流値が大きく変化する過渡的な使われ方が多いという、両パワーモジュールの使われ方の違いも、上記ヒートシンク温度の偏りの要因となっていた。

【0006】そこで、本発明は、複数の電動機用パワーモジュールが取付けられたヒートシンクの部分的な温度の偏りをなくすことで、効率良く各パワーモジュールを冷却する電動機制御用パワーモジュール冷却装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は、複数の電動機をそれぞれ制御する複数のパワーモジュールと、各パワーモジュールが付設された冷却用のヒートシンクとを備える電動機制御用パワーモジュール冷却装置において、前記ヒートシンクは、各パワーモジュールに対応する位置における単位面積あたりの発熱量が大きいほど、流路総表面積を大きくされた流路を有することを特徴とする。

【0008】上記の構成において、前記ヒートシンクの流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路を備え、前記複数のパワーモジュールは、第1及び第2の2つパワーモジュールからなり、第1のパワーモジュールは、第2のパワーモジュールより単位面積あたりの発熱量が大きいものとされる場合、第1のパワーモジュールに対応する位置における流路総表面積は、第2のパワーモジュールに対応する位置における流路総表面積より大きくされた構成を採るのが有効である。

【0009】また、上記の構成において、前記第1のパワーモジュールに対応する位置における流路の断面積

と、第2のパワーモジュールに対応する位置における流路の断面積は、それぞれの流路における冷媒の流速が等しくなる関係に設定された構成とすると更に有効である。

【0010】次に、本発明は、第1及び第2の電動機をそれぞれ制御する第1及び第2のパワーモジュールと、第1及び第2のパワーモジュールを付設させた冷却用のヒートシンクと、該ヒートシンクの流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路とを備え、第1のパワーモジュールは、第2のパワーモジュールより単位面積あたりの発熱量が大きいものとされた電動機制御用パワーモジュール冷却装置において、前記ヒートシンクは、第1のパワーモジュールに対応する位置における流路の下流に第2のパワーモジュールに対応する位置における流路を有することを特徴とする。

【0011】より具体的には、前記第1のパワーモジュールは、ジェネレータを制御するジェネレータ用パワーモジュールであり、第2のパワーモジュールは、モータを制御するモータ用パワーモジュールである構成とされる。

【0012】更に、本発明は、ジェネレータを制御するジェネレータ用パワーモジュールと、モータを制御するモータ用パワーモジュールと、ジェネレータ用パワーモジュール及びモータ用パワーモジュールを付設された冷却用のヒートシンクと、該ヒートシンクの流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路とを備える電動機制御用パワーモジュール冷却装置において、前記ヒートシンクは、ジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の下流にモータ用パワーモジュールに対応する位置における流路を有するとともに、モータ用パワーモジュールに対応する位置における流路総表面積をジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路総表面積より大きくされたことを特徴とする。

【0013】上記の構成において、前記ジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の断面積と、モータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の断面積は、それぞれの流路における冷媒の流速が等しくなる関係に設定された構成を採るのも有効である。

【0014】更に、上記の構成において、前記ジェネレータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の深さは、モータ用パワーモジュールに対応する位置における流路の深さより深く設定された構成を採るのも有効である。

【0015】また、上記の構成において、前記ヒートシンクの流路は、対応するパワーモジュールの長手方向に沿って形成された構成とするのも有効である。

【0016】

【発明の作用及び効果】本発明の請求項1に記載の構成では、各パワーモジュールの発熱量に応じた流路総表面

積での冷媒との熱交換がなされることで、ヒートシンク温度の部分的な偏りをなくすることができるため、各パワーモジュールに対して最適な冷却性能を確保することができる。

【0017】次に、請求項2に記載の構成では、ヒートシンクが冷媒に接触する面積を、冷却がより要求される第1のパワーモジュール側を大きくすることができるので、第1のパワーモジュールの動作保証温度を超えない冷却が可能となる。また、一部の箇所、すなわち、第2のパワーモジュール側を冷却し過ぎることがなく、ヒートシンクの温度を均一にすることができる。しかも、そのようにヒートシンク温度を均一にすることにより、冷媒を循環させるポンプ駆動用モータの電力等のエネルギー消費を削減することができるため、冷媒の循環系統全てを含めた熱交換効率を向上させることができる。

【0018】また、請求項3に記載の構成では、各部ごとの熱伝達を一樣にして、ヒートシンクの温度をより均一化することができる。

【0019】次に、請求項4に記載の構成では、第1のパワーモジュールを先に冷却した後の冷媒でも、第2のパワーモジュールにとっては未だ十分な冷媒となり得るので、冷媒の流れをその順序に合わせることで、第1及び第2のパワーモジュールを共に効率良く冷却することができる。また、一部の箇所、すなわち、第2のパワーモジュール側を冷却し過ぎることがなく、ヒートシンクの温度を均一にすることができる。しかも、そのようにヒートシンク温度を均一にすることにより、冷媒を循環させるポンプ駆動用モータの電力等のエネルギー消費を削減することができるため、冷媒の循環系統全てを含めた熱交換効率を向上させることができる。

【0020】また、請求項5に記載の構成では、モータとジェネレータとを備えるハイブリッド駆動装置のモータ用パワーモジュールとジェネレータ用パワーモジュールとをそれらの発熱状態に合わせて適切に冷却することができる。

【0021】次に、請求項6に記載の構成では、ジェネレータ用パワーモジュールに対応する流路の下流にモータ用パワーモジュールに対応する流路があり、またパワーモジュールとの熱交換により下流側ほど冷媒温度が上昇することに合わせて、モータ用パワーモジュールに対応する流路総表面積をジェネレータ用パワーモジュールに対応する流路総表面積より大きくすることにより、両流路について上下流関係での冷媒温度上昇分を考慮した最適な流路総表面積を確保することができる。

【0022】そして、請求項7に記載の構成では、ジェネレータ用パワーモジュールに対応する流路の下流にモータ用パワーモジュールに対応する流路がある位置関係において、各部ごとの熱伝達を一樣にして、ヒートシンクの温度をより均一化することができる。

【0023】また、請求項8に記載の構成では、モータ

用パワーモジュールとヒートシンクの接触部から流路までのヒートシンクに厚みをもたせることにより、過渡的に使用されることの多いモータ用パワーモジュール側にヒートマスを多く取ることができるので、冷媒への放熱による冷却が過渡的に不足する場合でも、ヒートマスへの熱の蓄積で温度上昇を緩衝させることができるため、急激かつ短時間の発熱の可能性がより高いモータ用パワーモジュールを保護することができる。

【0024】また、請求項9に記載の構成では、各ヒートシンクに対応する位置での流路全長に対して、流路の折返し部分を少なくすることができるので、ヒートシンク内の流路抵抗を全体として小さくすることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面に沿い、本発明の実施形態を説明する。まず図1は、本発明を適用した電動機制御用パワーモジュール冷却装置を概念的に示す。この装置は、第1の電動機としてのジェネレータ（図示せず）と、第2の電動機としてのモータ（図示せず）をそれぞれ制御する第1及び第2のパワーモジュール1、2と、第1及び第2のパワーモジュールを付設させた冷却用のヒートシンク3と、ヒートシンク3の流路を通して単一の冷媒を循環させる冷媒循環路4とを備える。この場合の第1のパワーモジュール1は、第2のパワーモジュール2より単位面積あたりの発熱量が大きいものとされている。

【0026】こうした構成からなる冷却装置において、本発明に従い、図2に底面形状、図3に断面形状を示すように、ヒートシンク3は、図2に破線で外形を示す各パワーモジュール1、2に対応する位置における単位面積あたりの発熱量が大きいほど、流路総表面積（流路を図示のように矩形断面の溝とする場合、流路を構成する溝の底面と両側面の面積の総和）を大きくされた流路30を有する。また、ヒートシンク3は、第1のパワーモジュール1に対応する位置における流路31の下流に第2のパワーモジュール2に対応する位置における流路32を有する。

【0027】図1に戻って更に詳述すると、この形態における冷却装置は、ハイブリッド駆動装置における、図示しないモータ、ジェネレータ、ディファレンシャル装置、カウンタギヤ機構等を内蔵する駆動装置ケース5の上部に付設して一体化させたヒートシンク3と、ヒートシンク3を通して単一の冷媒としての冷却水を循環させるウォーターポンプ41と、熱交換器としてのラジエータ42と、それらをつなぐ流路40a、40b、40cとから構成されている。なお、ウォーターポンプ41の駆動モータ等の付属設備については、図示を省略されている。

【0028】冷媒循環路の起点としてのウォーターポンプ41の吐出側流路40aは、ヒートシンク3の入口側のポート30aに接続され、ヒートシンク3の出口側の

ポート30bは、ラジエータ42の入口42a側に接続され、ラジエータ42の出口42b側がウォーターポンプ41の吸込側流路40cに接続されている。したがって、この冷媒循環路において、冷媒としての冷却水は、ウォーターポンプ41から送り出された後、ヒートシンク3内で両パワーモジュール1、2からの熱を吸収して加熱され、ラジエータ42に送り込まれて空気への放熱により冷却され、ウォーターポンプ41に戻されて一巡のサイクルを終わる循環を繰り返すことになる。

【0029】図2に示すように、ヒートシンク3の流路は、それぞれ対応する第1のパワーモジュール1と第2のパワーモジュール2の長手方向に沿って形成され、底部側が開いた溝とされている。詳しくは、ヒートシンク3にその長手方向を横断する方向を長手方向として取付けられた第1のパワーモジュール1に対応する流路31は、ヒートシンク3の長手方向を横断する方向に延び、端部の近傍で折返す蛇行流路とされ、また、ヒートシンク3にその長手方向に沿う方向を長手方向として取付けられた第2のパワーモジュール2に対応する流路32は、ヒートシンク3の長手方向に延び、端部の近傍で折返す蛇行流路とされている。この構成により、ヒートシンク3内の流路全長に対して、流路の折返し部31b、32bを少なくすることができるので、ヒートシンク内の流路抵抗を小さくすることができる。なお、上記の両流路は、基本的には、上下流関係に接続された1本の流路を構成するものであるが、本形態では、冷媒とヒートシンク3との接触面積を十分に確保すべく、流路中で伝熱フィンとして作用する中間伝熱壁31a、32aが流路31の深溝側で1条、流路32の浅溝側で9条ずつ溝に沿って設けられている。

【0030】更に、図3に示すように、第1のパワーモジュール1に対応する位置における流路31の溝の深さは、第2のパワーモジュール2に対応する位置における流路32の溝の深さより深く設定されている。この構成により、モータ用パワーモジュール2とヒートシンク3の接触部から流路32までのヒートシンクに厚みをもたせることにより、過渡的に使用されることの多いモータ用パワーモジュール2側にヒートマスを多く取ることができるので、冷却水への放熱による冷却が過渡的に不足する場合でも、ヒートマスへの熱の蓄積で温度上昇を緩衝させることができるため、急激かつ短時間の発熱の可能性がより高いモータ用パワーモジュール2を保護することができる。

【0031】図2及び図3に示すように、ヒートシンク3の第1のパワーモジュール1に対応する位置における流路の断面積と、第2のパワーモジュール2に対応する位置における流路の断面積は、それぞれの流路における冷媒の流速が等しくなる関係に設定されている。したがって、前記ヒートマスとの関係から、第1のパワーモジュール1に接する流路は、横幅が狭く、深さが深い溝で

構成され、第2のパワーモジュール2に接する流路は、横幅が広く、深さが浅い溝で構成されている。なお、両流路31、32の接続部31cは、両流路を円滑につなぎ、かつ絞り作用を生じないように、流路31側から流路32側に向かって徐々に深さを減じつつ幅が広がる接続溝とされている。

【0032】本形態において、こうした冷媒の流速が等しくなる構成を採る理由を図4の特性図を参照して説明する。この図は、冷媒としての水と熱伝導率の大きなヒートシンク素材としてのアルミニウムとの間の熱抵抗を冷媒の流速の関数として示す。ここで、熱抵抗は、熱の伝わり方を表すものであり、その値が大きくなるほど熱が伝わりにくく、冷却性能が劣ることを示している。図において、流速A付近で特性が大きく変化しているのは、この付近において、冷媒の流れが層流から乱流に変わることによる。この特性からいえることは、流速を増加させる方向に変化させるほど熱抵抗の低減割合が小さくなるということである。換言すれば、流速と熱伝達効率との関係には、流速を上げるためにウォーターポンプ41の駆動に要するエネルギーや、流速の増加に伴う流路抵抗の増加によるエネルギーロスと、流速の増加による冷却効果の向上との兼ね合いを勘案した特定の最適値があるということになる。したがって、ヒートシンク3での冷却効率を上げるには、流速を一定の最適値にするのが有効であるということになる。ちなみに、こうした知見から、本形態では、流速を各部について一定値の流速B程度に設定し、この流速が保たれる流路断面積を採用している。

【0033】なお、ヒートシンクに対する入口30aと出口30bの位置や、そこから流路31と流路32に至る導入と導出のための流路の形状は、両パワーモジュール1、2の取付け位置に拘束されるものではない。また、図示されていないが、ヒートシンク3の底面側は、駆動装置ケース5上部の外壁やカバー等の適宜の部材に当接させて、漏れ止め状態に取付けることで、被蓋されている。

【0034】こうした構成からなる冷却装置では、ヒートシンク3に入口30aから送り込まれた冷却水は、中間伝熱壁31aで2条の流れに分けられ、流路31の溝に沿ってジェネレータ用パワーモジュール1の長手方向に前記所定の流速で流れながら溝壁と中間伝熱壁31aから伝えられる熱を吸収し、途中5箇所の180°の折返し部31bを経て、流路31と流路32との接続部30cに達する。この位置から冷却水は、方向を変えて、中間伝熱壁32aで10条の流れに分けられ、流路32の溝に沿ってモータ用パワーモジュール2の長手方向に同様に所定の流速で流れながら溝壁と中間伝熱壁32aから伝えられる熱を吸収し、途中2箇所の180°の折返し部32bを経て出口30bに達する。なお、入口30aと出口30bに続くヒートシンク3外の冷却水の流

れは先に記したとおりである。

【0035】以上、本発明をハイブリッド駆動装置のパワーモジュールに適用した一実施形態に基づき詳説したが、本発明の適用対象はこれに限るものではなく、同様の熱的条件のパワーモジュールを用いる種々の機器に適用可能なものである。また、冷却に用いる冷媒についても、水に限らず種々のものを用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る電動機制御用パワーモジュール冷却装置の全体概念図である。

【図2】冷却装置のヒートシンクの底面図である。

【図3】冷却装置のヒートシンクを流路形成部分のみ断

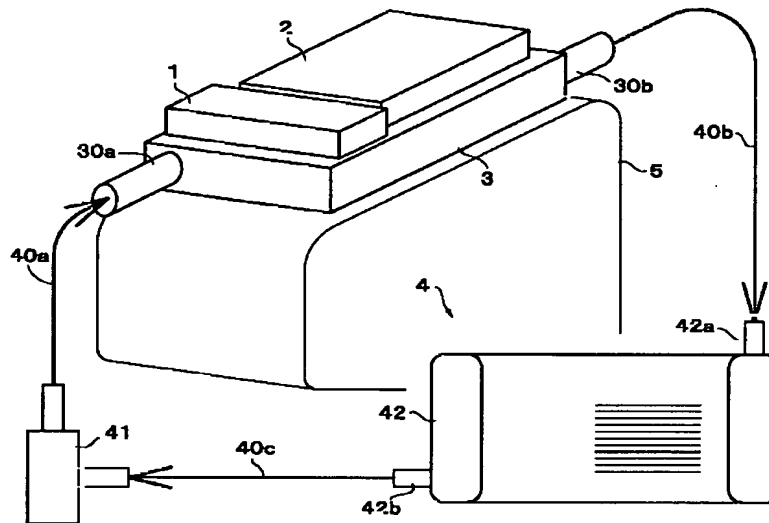
面で示す側面図である。

【図4】冷媒の流速と熱抵抗の関係を示す特性図である。

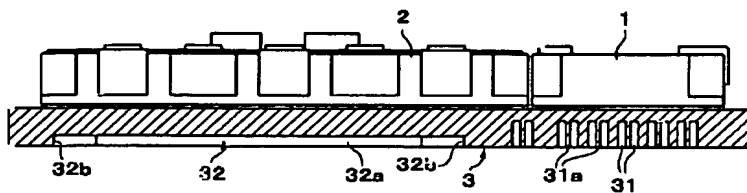
【符号の説明】

- 1 ジェネレータ用パワーモジュール（第1のパワーモジュール）
- 2 モータ用パワーモジュール（第2のパワーモジュール）
- 3 ヒートシンク
- 31, 32 流路
- 4 冷媒循環路

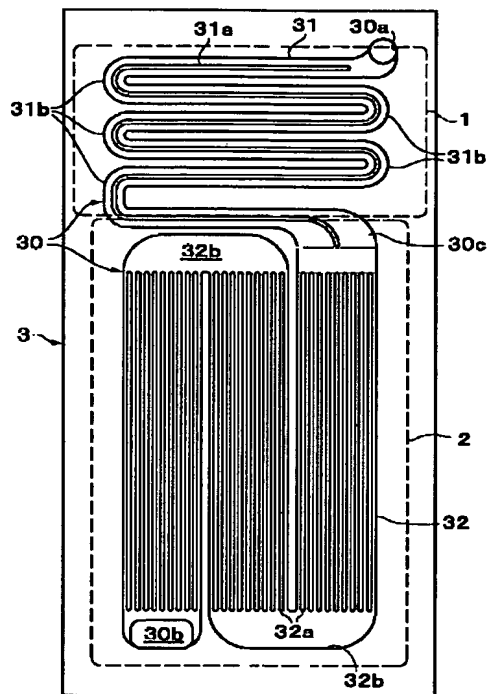
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

